

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2005-299914

(43)Date of publication of application : 27.10.2005

(51)Int.Cl.

F16C 33/64

F01L 1/14

F01L 1/18

F16C 19/24

F16C 33/62

F16H 53/02

F16H 53/06

(21)Application number : 2004-158046

(71)Applicant : NTN CORP

(22)Date of filing :

27.05.2004

(72)Inventor : ICHIKAWA KENICHI

WATANABE YASUYUKI

(30)Priority

Priority number : 2003160720

Priority date : 05.06.2003

Priority country : JP

2004078794

18.03.2004

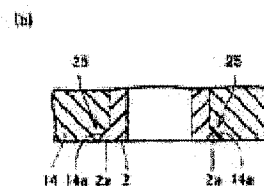
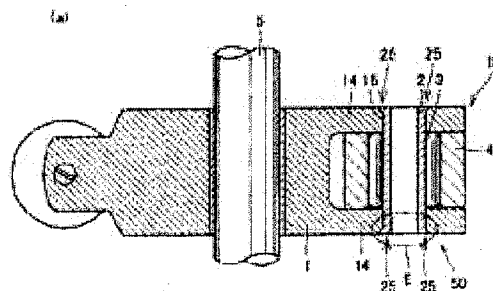
JP

(54) ROLLING BEARING, CAM FOLLOWER WITH ROLLER, AND CAM

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a rolling bearing, and a cam follower with roller using the rolling bearing, attaining long service life to surface damage such as surface-originating separation and internally-originating separation, and allowing caulking of its shaft end face.

SOLUTION: This rolling bearing comprises a roller 4, a roller shaft 2 located inside the roller 4, and a rolling element 3 mounted between the roller and the roller shaft, the roller shaft 2 has a nitrogen enriched layer, a surface portion of an area in a rolling contact surface where the rolling element rolls, has austenite grain size of No. 11 or larger, and an end part has hardness of not larger than HV300.



(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2005-299914

(P2005-299914A)

(43) 公開日 平成17年10月27日(2005.10.27)

(51) Int.Cl.⁷

F1

テーマコード(参考)

F16C 33/64

F16C 33/64

3G016

F01L 1/14

F01L 1/14

E

3J030

F01L 1/18

F01L 1/18

A

3J101

F16C 19/24

F01L 1/18

M

F16C 33/62

F01L 1/18

N

審査請求 未請求 請求項の数 10 OL (全 15 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2004-158046 (P2004-158046)

(22) 出願日 平成16年5月27日(2004.5.27)

(31) 優先権主張番号 特願2003-160720 (P2003-160720)

(32) 優先日 平成15年6月5日(2003.6.5)

(33) 優先権主張国 日本国(JP)

(31) 優先権主張番号 特願2004-78794 (P2004-78794)

(32) 優先日 平成16年3月18日(2004.3.18)

(33) 優先権主張国 日本国(JP)

(71) 出願人 000102692

NTN株式会社

大阪府大阪市西区京町堀1丁目3番17号

(74) 代理人 100064746

弁理士 深見 久郎

(74) 代理人 100085132

弁理士 森田 俊雄

(74) 代理人 100083703

弁理士 仲村 義平

(74) 代理人 100096781

弁理士 堀井 豊

(74) 代理人 100098316

弁理士 野田 久登

(74) 代理人 100109162

弁理士 酒井 将行

最終頁に続く

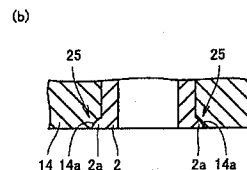
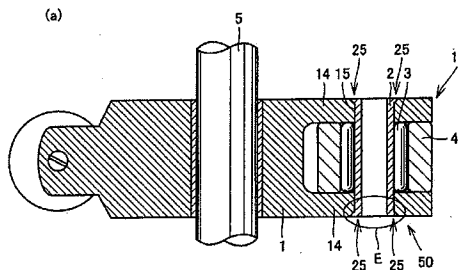
(54) 【発明の名称】 転がり軸受、ローラ付きカムフォロアおよびカム

(57) 【要約】

【課題】 表面起点剥離などの表面損傷や内部起点剥離に対して長寿命になり、かつ軸端面がかしめ加工が可能な転がり軸受およびその転がり軸受を用いたローラ付きカムフォロアを提供する。

【解決手段】 ローラ4と、そのローラ4の内方に位置するローラ軸2と、ローラとローラ軸との間に介在する転動体3とを備え、ローラ軸2が、窒素富化層を有し、転動体が転走する転走面の領域の表層部のオーステナイト結晶粒度が11番以上であり、前記端部の硬さがHV300以下である。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

外方部材と、前記外方部材の内方に位置する内方部材と、前記外方部材と内方部材との間に介在する転動体とを備え、

前記外方部材および内方部材の少なくとも 1 つの部材が窒素富化層を有し、前記少なくとも 1 つの部材において、前記転動体が転走する転走面の領域の表層部のオーステナイト結晶粒度が 11 番以上であり、その部材の端部の硬さが H V (ビッカース硬度) 300 以下である、転がり軸受。

【請求項 2】

前記転走面の領域の表層部以外の領域では、そのマイクロ組織がフェライトと炭化物とを有する、請求項 1 に記載の転がり軸受。 10

【請求項 3】

前記転走面の領域の表層部は高周波焼入れされている、請求項 1 または 2 に記載の転がり軸受。

【請求項 4】

前記転走面の領域の表層部の硬度を H V 653 以上の範囲とする、請求項 1 ～ 3 のいずれかに記載の転がり軸受。

【請求項 5】

前記転走面の領域の表層部において残留オーステナイトが 10 ～ 50 体積%を占める、請求項 1 ～ 4 のいずれかに記載の転がり軸受。 20

【請求項 6】

前記少なくとも 1 つに部材は、A1 点以上で浸炭窒化处理した後に A1 点未満にまで徐冷し、次いで前記転走面の領域の表層部を高周波焼入れする処理、および A1 以上で浸炭窒化处理した後、A1 点未満にまで急冷し、次いで A1 点未満で焼戻しを行ない、その後前記転走面の領域の表層部を高周波焼入れする処理、のいずれかの処理がなされている、請求項 1 ～ 5 のいずれかに記載の転がり軸受。

【請求項 7】

前記請求項 1 ～ 6 のいずれかに記載の転がり軸受が適用され、前記外方部材であるローラが、前記内方部材である軸との間に該ローラの内周を転走するころを介在させて、その軸により支持されたローラ付きカムフォロアであって、前記ころが転走する部分が前記軸の転走面の領域の表層部とされている、ローラ付きカムフォロア。 30

【請求項 8】

前記軸は、その端部が塑性加工されており、ローラ支持部材に固定されている、請求項 7 に記載のローラ付きカムフォロア。

【請求項 9】

前記カムフォロア本体がプレス成形されている、請求項 7 または 8 に記載のローラ付きカムフォロア。

【請求項 10】

前記請求項 7 または 8 に記載のローラ付きカムフォロアのローラに当接するカムであって、 40

前記カムが、前記外方部材と当接する表層部において窒素富化層を有し、そのオーステナイト結晶粒度が 11 番以上である、カム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、転がり軸受、その転がり軸受が適用されたローラ付きカムフォロアおよびカムに関するものである。

【背景技術】

【0002】

最近の転がり軸受の中には、たとえば、ロッカーアーム用軸受のように、保持器を用い 50

ない総ころタイプの軸受でありながら、高速、高荷重用途の要求が増えている。本説明では、とくに総ころ軸受と他の転がり軸受とを区別せず、すべて転がり軸受と記する。保持器のない転がり軸受では、ころ同士の干渉が避けられず、また潤滑剤が軸受内部にうまく供給されないことにより、ころやレースの表面を起点にする剥離を生じることがある。

【0003】

また、ころの回転速度が高速になると、組付け誤差や偏荷重の影響によりころに表面損傷が生じたり、スムーズにころ位置が制御されずスキューを起こしやすい。このため、滑りによる表面起点剥離や局所的な面圧上昇による内部起点型剥離が生じることもある。この結果、滑り発熱や局所的な面圧上昇が起こり、ピーリング、スミアリング、表面起点型剥離などの表面損傷や内部起点型剥離が生じやすかった。

10

【0004】

上記の問題を解決するために、下記に示す方策が提案されてきた。

【0005】

(1) エンジンの動弁機構用カムフォロア装置用軸受において、エンジンの定格回転数での軸受の計算寿命を1000時間以上とするもの(特許文献1参照)。

【0006】

(2) 炭化物の割合を10%~25%とし、残留オーステナイトの初期値に対する分解率を10分の1~10分の3とし、また、端面硬度をHV830~960とし、さらに表面粗さの平均波長を25 μ m以下とした、エンジンの動弁機構用カムフォロア装置用軸受軸。上記特性を実現するために、軸受鋼に浸炭窒化処理およびハードショットピーニングを施す(特許文献2参照)。

20

【0007】

(3) 軸の耐摩耗性向上のため、軸に高分子化合物などの固体潤滑膜を形成したカムフォロア軸(特許文献3参照)。

【0008】

(4) 工具鋼などで製作し、焼戻し温度よりも低い温度でイオン窒化やイオンプレーティングを行ない、高硬度にしたカムフォロア軸(特許文献4参照)。

【0009】

(5) 軸に対する曲げ応力を150MPa以下に規制したエンジンにおける動弁機構用カムフォロア装置用軸受(特許文献5参照)。

30

【0010】

(6) 軸受構成部品の転走面に潤滑油保持性に優れたリン酸塩被膜をつけたエンジンの動弁機構用カムフォロア(特許文献6、7参照)。

【0011】

(7) 軸のころ転動領域にクラウニングをつけたエンジンの動弁機構用カムフォロア(特許文献8参照)。

【0012】

(8) 軸の転走面を構成する表層は、炭素濃度を1.2%~1.7%にするために、高濃度浸炭処理または浸炭窒化処理を行ない、内部は硬度をHV300程度にした軸(特許文献9参照)。

40

【0013】

しかし、エンジンのローラ付きカムフォロアは、ロッカーアームに固定する際に、軸の両端面部にかしめ成形を施して、軸支持部材にかしめる加工がなされる場合がある。この場合、ころの転走面は高硬度を必要とするが、端部はかしめ成形が可能となるように軟質でなければならない。この点を考慮した開発も多くなされてきた(特許文献10~13参照)。

【特許文献1】特開2000-38907号公報

【特許文献2】特開平10-47334号公報

【特許文献3】特開平10-103339号公報

【特許文献4】特開平10-110720号公報

50

【特許文献5】特開2000-38906号公報
【特許文献6】特開2000-205284号公報
【特許文献7】特開2002-31212号公報
【特許文献8】実開昭63-185917号公報
【特許文献9】特開2002-194438号公報
【特許文献10】特開平5-321616号公報
【特許文献11】特開昭62-7908号公報
【特許文献12】特公平6-15811号公報
【特許文献13】特公平6-80287号公報

【発明の開示】

10

【発明が解決しようとする課題】

【0014】

しかしながら、今後、エンジンのローラ付きカムフォロアでは、通常の軸受同様に、高速化と大荷重化、潤滑油の低粘度化が進むことが避けられない。このような使用条件下での転動寿命の長寿命化を達成することが求められている。

【0015】

本発明は、苛酷な使用条件下で表面起点剥離などの表面損傷や内部起点剥離に対して長寿命になり、かつ端部でのかしめ加工が容易な転がり軸受、その転がり軸受が適用されたローラ付きカムフォロアおよびカムを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

20

【0016】

本発明の転がり軸受は、外方部材と、外方部材の内方に位置する内方部材と、外方部材と内方部材との間に介在する転動部材とを備え、外方部材および内方部材の少なくとも1つの部材が窒素富化層を有し、前記少なくとも1つの部材において、転動体が転走する転走面の領域の表層部のオーステナイト結晶粒度が11番以上であり、その部材の端部の硬さがHV（ビッカース硬度）300以下とする。

【0017】

この構成により、上記転走面の領域の表層部において、表面起点剥離などの表面損傷および内部起点剥離を抑制して長寿命を実現し、また、前記部材の端部では硬さを上記のように限定しているので、かしめ成形を行ない易くすることができる。転走面の表層部のオーステナイト結晶粒度が11番未満では苛酷な使用条件下での転動疲労寿命を長くすることができないので、表層部のオーステナイト結晶粒度を11番以上とする。また、窒素富化層を配置するのは、窒素富化層を高周波焼入れすることによりミクロ組織を微細化して強靱化するためである。なお、オーステナイト結晶粒とは、焼入加熱中に相変態したオーステナイトの結晶粒のことであり、これは、冷却によりマルテンサイトに変態した後も、過去の履歴として残存しているものをいう。上記オーステナイト結晶粒は、対象とする部材の金相試料に対してエッチングなど、粒界を顕出する処理を施して観察することができる粒界であればよい。低温焼入れ直前の加熱された時点での粒界という意味で、旧オーステナイト粒と呼ぶ場合がある。測定は、上述のようにJIS規格の粒度番号の平均値から平均粒径に換算して求めてもよいし、切片法などにより金相組織に重ねたランダム方向の直線が粒界と会合する間の間隔長さの平均値をとり、補正係数をかけて2次元から3次元の間隔長さにしてもよい。

30

40

【0018】

なお、上記窒素富化層は、あとで説明するように、浸炭窒化処理により形成されるが、上記窒素富化層に炭素が富化されていてもよいし、富化されていなくてもよい。

【0019】

上記の転走面の領域の表層部以外の領域では、そのミクロ組織がフェライトと炭化物とを有するようにしてもよい。

【0020】

ここで、フェライトは鉄の α 相のことであり、マルテンサイトなどのように転位を高密

50

度に含まないフェライトを指す。オーステナイト (γ) 相から徐冷されて生成するフェライトや、焼入れられた後に十分に焼き戻されたフェライトがこれに対応する。このような転位密度の低いフェライトに対応したセメンタイトなどの炭化物は、凝集粗大化した状態で分散している。したがって、上記のフェライトと炭化物とを有するミクロ組織は、典型的な軟化された状態に対応する。

【0021】

なお、炭化物は、主にセメンタイト Fe_3C をさすが、窒素富化層では炭素ほどではないが窒素を多く含むため、 $Fe_3(C, N)$ のように炭窒化物というべきである。しかし、説明を簡単にするため、炭化物というとき、上記炭窒化物も含めて指すこととする。また、通常、鋼材は Mn などを含むため、炭化物の中に固溶して $(Fe, Mn)_3(C, N)$ のような形態をとるが、このような形態を当然含む。さらに、焼戻しが高温で行なわれるとき、 $M3C$ 型の炭化物だけでなく、 $M23C6$ 型の炭化物やその他の炭化物をも含むが、上記炭化物にはそのような炭化物をも含んでいる。

【0022】

上記の転走面の領域の表層部は高周波焼入れされて形成されてもよい。その表層部の硬度を $HV653$ 以上の範囲とすることができる。

【0023】

この構成により、表層部における表面損傷や内部起点剥離を確実に抑制することにより長寿命を実現し、またその他の部分におけるかしめ加工を容易化することができる。表層部の硬度が $HV653$ 未満では、上記の条件下での長寿命化は難しく、また表層部以外の部分の硬度が $HV300$ を超えると大量生産工程でかしめ加工を行なうことが困難になる。

【0024】

上記の転走面の領域の表層部において残留オーステナイトが $10 \sim 50$ 体積% を占めるようにできる。この構成により、表面起点剥離や内部起点剥離における亀裂進展を抑制することができる。残留オーステナイトが 10 体積% 未満では苛酷な使用条件下での長寿命を得ることができず、また 50 体積% を超えると微細な残留オーステナイトにならず、かえって上記の使用条件下での寿命を短くする。

【0025】

上記の残留オーステナイトの測定は、X線回折法、透過型電子顕微鏡観察 (TEM: Transmission Electron Microscopy)、など周知の方法で行なうことができる。オーステナイトは、フェライトやセメンタイトと異なり、強磁性体ではないことを利用して、磁気天秤などの磁気測定装置を用いて測定することもできる。

【0026】

上記の少なくとも1つの部材は、 $A1$ 点以上で浸炭窒化処理した後に $A1$ 点未満にまで徐冷し、次いで表層部を高周波焼入れする処理、および $A1$ 点以上で浸炭窒化処理した後、 $A1$ 点未満にまで急冷し、次いで $A1$ 点未満で焼戻しを行ない、その後表層部を高周波焼入れする処理、のいずれかの処理がなされることができる。上記の $A1$ 点は、共析温度に対応しており、たとえば $Fe-C$ 系では $723^\circ C$ である。また、転がり軸受に通常用いられる鋼材の $A1$ 点もその付近の温度である。

【0027】

上記の処理により、表層部において各種の損傷を受け難くするために長寿命であり、その他の部分でかしめ加工しやすい部材を得ることができる。高周波焼入れされる表層部で、オーステナイト結晶粒度が JIS 規格にしたがって 11 番以上で、残留オーステナイトが $10 \sim 50$ 体積% で、硬度 $HV653$ 以上になるのは、浸炭窒化処理と、転走面を含む表層部を高周波焼入れとが施されるためである。また、高周波焼入れの影響が及ばない部位で、硬度が $HV300$ 以下になるのは、浸炭窒化処理後に徐冷するかまたは急冷しても調質 (焼戻し) 処理するからである。

【0028】

上記のいずれかの転がり軸受が適用されたローラ付きカムフォロアであって、外方部材

10

20

30

40

50

であるローラが、内方部材である軸との間に該ローラの内周を転走するころを介在させて、その軸により支持され、ころが転走する部分が軸の転走面の領域の表層部とされている。

【0029】

この構成により、ローラ付きカムフォロアのローラの転走部からの損傷発生を抑えて長寿命を実現することができる。

【0030】

上記のいずれかの転がり軸受が適用されたローラ付きカムフォロアであって、その軸は、その端部が塑性加工され、支持部材に固定されるようにできる。

【0031】

この構成により、たとえば軸の端部などにおけるかしめ加工を容易に行なうことが可能になる。

【0032】

また、上記のカムフォロア本体がプレス成形されていてもよい。

【0033】

上記プレス成形により、カムフォロア本体を能率よく大量に生産することが可能となる。プレス成形は、具体的には冷間鍛造等である。

【0034】

本発明のカムは、ロッカーアームに設けられた外方部材に当接するカムであって、前記カムの前記外方部材と当接する表層部において、オーステナイト結晶粒度が11番以上である。

【0035】

この構成により、上記カムの表層部において、表面起点剥離などの表面損傷および内部起点剥離を抑制して長寿命を実現することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0036】

次に図面を用いて本発明の実施の形態について説明する。図1は、本発明の実施の形態におけるエンジンのローラ付きカムフォロアの構成を示す概略正面図であり、図2(a)は図1のII-II線に沿う断面に対応する図である。図1および図2(a)を参照して、回動部材であるロッカーアーム1は、中央部において軸受メタルなどを介してロッカーアーム軸5に回転自在に支持されている。

【0037】

このロッカーアーム1の他の端部1bには、アジャストねじ7が螺挿されている。このアジャストねじ7はロックナット8により固定され、その下端において内燃機関の給気弁もしくは排気弁のバルブ9の上端と当接している。このバルブ9はばね10の弾発力で付勢されている。

【0038】

ロッカーアーム1は、一の端部1aにカムフォロア本体50が設けられ、カムフォロア本体50は二股状に形成されたローラ支持部14を一体に有している。図2(a)のE部拡大図である図2(b)に示すように、この二股状のローラ支持部14には面取り部14aが設けられ、内方部材に相当するローラ軸2の両端2aがかしめ加工されてかしめ加工部25を形成し固定されている。すなわち、ローラ軸の少なくとも両端2aでは硬度をHV300以下に抑制されてかしめ加工が容易にされ、かしめ加工を施されてローラ支持部の面取り部にかしめ加工固定部25を形成している。

【0039】

このローラ軸2の外周面中央部には、転動体であるころ3を介して回転自在に、外方部材を構成するローラ4が支持されている。ころ3の軸線方向は、ローラ軸の軸線に平行に配置されている。このローラ4の外周面は、ばね10の付勢力によりカム軸に設けられたカム6のカム面に当接されている。

【0040】

10

20

30

40

50

ここで、ローラ軸 2 と、ころ 3 と、ローラ 4 とにより構成される転がり軸受がロッカーアーム用転がり軸受として用いられている。一般に、保持器が用いられない場合、総ころ軸受と呼称されるが、本説明では上述のようにとくに区別せずに説明する。上記のロッカーアーム用転がり軸受は、カム 6 と接触しながら回転するものであるため、ローラ 4 にはカム 6 の押付け力と衝撃力とが作用する。本発明の実施の形態のエンジンのローラ付きカムフォロアは、上記ロッカーアーム用転がり軸受、カムフォロア本体を備える部材である。

【0041】

本実施の形態におけるローラ付きカムフォロアでは、ローラ軸 2 が窒素富化層を有し、転動体が転走する転走面の領域の表層部に高周波焼入れが施されてオーステナイト結晶粒度が 11 番以上 (JIS 規格による) と超微細であり、かつ硬度が HV653 以上ある。前記転走面の領域の表層部以外の領域では、フェライト粒度またはオーステナイト結晶粒度は 10 番以下と比較的粗く、また前記ローラ軸の端部の硬度は低く、HV300 以下の範囲にある。また、転動体が転走する転走面の領域の表層部では高周波焼入れが施されたために、残留オーステナイトが 10~50 体積%を占める。この結果、表層部では表面損傷および内部起点型剥離ともに生成しにくく、一方、他の部位では硬度が低いためにかしめ加工しやすい。

【0042】

図 3 は、本発明の他の実施の形態におけるエンジンのローラ付きカムフォロアを示す図である。このカムフォロアでは、カムフォロア本体 50 は、ロッカーアーム 1 の一方の端部 1b と他方の端部 1a との間に開けられ 2 つの側壁の間にわたるローラ孔 (図示せず) にローラ軸 2 を固定し、一方の端にエンジンの開閉用バルブ 9 の端部が当接し、他方の端に図示しないピボットが当接する。ピボット受け部 15 を設けたカムフォロア本体 50 は、バルブの周り所定の向きにばね 10 によって付勢され、カム 6 から伝達される駆動力をローラ 4 で受けて、前記ばねの付勢力に抗してバルブ 9 を動かす。

【0043】

また、図 4 は、本発明のさらに別の実施の形態におけるエンジンのローラ付きカムフォロアを示す図である。図 5 は、図 4 のロッカーアーム転がり軸受を含む部分を拡大した図である。図 4 において、ロッカーアーム 1 の中央部に回転軸 5 が配置され、その周りにロッカーアーム 1 が回転する。ロッカーアーム 1 の一方の腕の端部 1b は、エンジンバルブ 9 の端と当接し、他方の腕の端部 1a は、連動棒 16 の端と当接する。アジャストねじ 8 はロッカーアームの端部 1a と連動棒 16 との当接位置を調節する機能を有する。

【0044】

連動棒 16 の下端に位置する中空の軸受取付部 16a に、カムフォロア本体 50 が設けられ、取付部材 17 によりロッカーアーム用転がり軸受が取り付けられる。カム 6 はこの転がり軸受のローラ 4 に当接して駆動力を連結棒に伝達する。

【0045】

上記エンジンのローラ付きカムフォロアの転がり軸受を構成する部材のうち、内方部材のローラ軸 2 は、これから説明する熱処理を施され、その表層部が超微細オーステナイト粒とされている。

【0046】

上記の図 3 および図 5 における内方部材であるローラ軸 2 が窒素富化層を有し、転動体が転走する転走面の領域の表層部に高周波焼入れが施されてオーステナイト結晶粒度が 11 番以上 (JIS 規格による) と超微細であり、かつ硬度が HV653 以上ある。前記転走面の領域の表層部以外では、オーステナイト結晶粒度は 10 番以下と比較的粗く、また硬度は低く HV300 以下の範囲にある。また、転動体が転走する転走面の領域の表層部では高周波焼入れが施されたために、残留オーステナイトが 10~50 体積%を占める。この結果、表層部では表面損傷および内部起点型剥離ともに生成しにくく、一方、他の部位では硬度が低いためにかしめ加工しやすい。このため、図示していないが、ローラ軸の両端はかしめ加工され、ローラ軸支持部の面取り部にかしめ加工固定部を形成している。

【0047】

次に、これら転がり軸受の内方部材（ローラ軸）に行なう浸炭窒化処理を含む熱処理について説明する。図6は、本発明の実施の形態における熱処理方法を説明する図である。また、図7は、本発明の実施の形態における別の熱処理方法を説明する図である。図6はA1点以上で浸炭窒化処理を行なった後、そのまま徐冷する熱処理パターンであり、図7は浸炭窒化処理を行なった後、急冷し、次いでA1点未満で調質処理すなわち焼戻し処理を行なう熱処理

パターンである。図6の熱処理パターンにおける徐冷処理また図7における調質処理は、互に対応しており、表層部以外の部分の硬度を低くすることに寄与している。図6および図7の熱処理パターンのどちらもその後で、転走面のある表層部に高周波焼入れを施し、その後、低温焼戻しを施す。

10

【0048】

上記のいずれかの熱処理を軸受部材の内方部材およびカムに施すことができる。

【0049】

上記のいずれの熱処理によってもその中の浸炭窒化処理によって、「浸炭窒化処理層」である窒素富化層が形成される。浸炭窒化処理において素材となる鋼の炭素濃度が高いため、通常の浸炭窒化処理の雰囲気から炭素が鋼の表面に侵入しにくい場合がある。たとえば炭素濃度が高い鋼の場合、それ以上高い炭素濃度の浸炭層が生成する場合もあるし、それ以上高い炭素濃度の浸炭層は生成しにくい場合がある。しかし、窒素濃度は、Cr濃度などにも依存するが、通常の鋼では最大限0.025wt%程度以下と低いので、素材の鋼の炭素濃度によらず窒素富化層が明瞭に生成される。本実施の形態では、かしめ加工を行なうためにミクロ組織にフェライトを含むようにするため、炭素濃度は比較的低くするので、上記窒素富化層には炭素も併せて富化される場合が多い。

20

【0050】

次に、図6および図7の各処理ごとにミクロ組織がどのように生成されてゆくか説明する。まず、たとえばA1点以上で浸炭窒化処理を行なう。この浸炭窒化処理において、転がり軸受の対象部材に窒素富化層を形成する。この窒素富化層では、鉄原子Feに対する侵入型元素であるC、Nが過共析に侵入し、たとえばオーステナイト中に炭化物が析出している（2相共存）。すなわち、窒素富化層では過共析鋼となっている。また、浸炭窒化処理されない内部では、素材である元々の鋼材の組成により、オーステナイト相となっている。また、素材である鋼材がフェライトとオーステナイトとの2相、またはオーステナイトとセメンタイトとの2相、が共存する温度で浸炭窒化処理を行なってもよい。

30

【0051】

次いで、冷却する際に、図6のパターン（ヒートパターンH1とする）では、浸炭窒化処理温度から徐冷する。この徐冷の目的は、組織を軟化し加工性を向上するためである。この徐冷中に、内部では上記のオーステナイトから、フェライトとセメンタイトとで構成されるパーライトが生成するが、パーライト中のセメンタイトを層状化させずに凝集粗大化させることにより、軟化を推進する。したがって、徐冷する温度域は浸炭窒化処理温度～（A1点－100℃）程度まででよい。これより低い温度まで徐冷してもセメンタイトの凝集粗大化は期待できず、時間ばかりかかり能率を低下させる。目安としては620℃程度まででよい。その後は、時間短縮のために空冷してもよいし、水冷や油冷を行なってもよい。

40

【0052】

窒素富化層では、炭化物＋オーステナイトのオーステナイトからパーライトが生成し、その中の炭化物が凝集粗大化する。

【0053】

また、図7のパターン（ヒートパターンH2とする）では、浸炭窒化処理温度から、たとえば油冷などして焼き入れる。この場合、内部では、もともとの鋼材の組成によりオーステナイトからマルテンサイトなどが生成する。このマルテンサイト組織は硬い。このままでは、かしめ加工は困難なので、上記焼戻し処理（調質処理）を行なう。焼戻しはA1点

50

直下でA1点にできるだけ近い温度で急速に進行する。すなわち、高温焼戻しを行なう。したがって、焼戻しはA1点～650℃の範囲、またより好ましくはA1点～680℃の範囲で行なうことが望ましい。この焼戻しにより、マルテンサイト組織における高い転位密度は消失し、転位密度の低いフェライトと凝集粗大化したセメンタイトとの組織が得られる。

【0054】

また、窒素富化層では、油冷などの焼入れによって（炭化物＋オーステナイト）のオーステナイトからマルテンサイトが生成する。マルテンサイトは、上記の焼戻しにより、内部に生成したマルテンサイトと同様に軟化される。元々あった炭化物は凝集する。

【0055】

なお、上記のミクロ組織の説明は、分りやすさを優先させているので、上述したように、窒素やより複雑な実際のミクロ組織における副次的な要因は無視している。

【0056】

次に、ヒートパターンH1およびH2ともに、高周波焼入れを行なう。この高周波焼入れの前段階では、窒素富化層は、凝集した炭化物（比率大）と、フェライトとが混在した組織であった。高周波焼入れでは急速加熱され、このとき、炭化物が固溶しながらオーステナイトを核発生させる。分散している炭化物の密度は非常に高いために、オーステナイト核発生密度は非常に高く、発生したオーステナイトが互いに会合して形成されるオーステナイト組織の結晶粒は超微細である。また、窒素富化層は過共析鋼なので、炭化物が共存し、この炭化物ができたばかりで超微細なオーステナイト粒の成長を阻止する。このため、窒素富化層において、超微細なオーステナイト粒を得ることができる。急速加熱の温度が高くなるにつれ炭化物は固溶し、超微細オーステナイトに多くの炭素が固溶される。

【0057】

次に、急速加熱した後に焼入れを行なうと、超微細オーステナイトはマルテンサイトに変態する。このとき炭素を多く固溶しているためにオーステナイトが安定化され、マルテンサイトの間の微細な領域に未変態のオーステナイトが取り残される。これが残留オーステナイトである。この残留オーステナイトはマルテンサイトの間に形成されるため非常に微細である。体積率にして残留オーステナイトは10～50体積%となる。

【0058】

この後、180℃程度で硬度をあまり落とさない程度の焼戻しを行なう。この180℃程度の焼戻しでは、高密度の転位はほとんど消失しないで維持される。この焼戻しは組織を安定化するために行なう。この焼戻しでは、セメンタイトの凝集は生じないし、軟化もほとんど生じない。鋼材によっては、この焼戻しは省略してもよい。

【0059】

上記の残留オーステナイトを含んだ高周波焼入れ組織は、強靱であり、苛酷な使用条件下で長寿命を実現することができる。

【0060】

上記の熱処理を行なうことにより、表層部のオーステナイト粒度を11番以上の超微細粒にし、また内部のミクロ組織をフェライトと炭化物との混合組織にすることができる。また、表層部の硬度をHV653以上とし、残留オーステナイトを10～50体積%、より好ましい範囲である15～35体積%の範囲にすることができる。一方、表層部以外の部分の硬度をHV300以下とすることができる。したがって、上記の熱処理を受けた軸受部品は、転動疲労特性が長寿命であり、かしめ加工が容易である。

【実施例】

【0061】

軸受鋼SUJ2または浸炭鋼SCM420を用いて、図8に示すヒートパターンH1（図6に対応）および図9に示すヒートパターンH2（図7に対応）の熱処理を施した。すなわち、鋼管または冷間加工された鋼材に、まずA1点以上で浸炭窒化処理を施し、その後、ヒートパターンH1またはH2に応じて、（ヒートパターンH1）A1点以下に徐冷（炉冷）するか、または（ヒートパターンH2）A1点以下に急冷後に焼戻し（調質）する。そ

10

20

30

40

50

の後、転走面に対応する表層部のみに高周波焼入れを施す。上記のヒートパターンH1、H2における温度は、図8および図9に示すとおりである。

【0062】

ローラ軸2を試料として、上記の熱処理により作製された試験体では、表層部で残留オーステナイトが10～50体積%、より好ましい15～35体積%であり、オーステナイト結晶粒度が11番以上と超微細化される。この試験体について硬度測定を行なった。また、比較のために、浸炭窒化処理を行わずに高周波焼入れのみを行なった従来例の試験体Jについても硬度測定を行なった。各試験体の形状および硬度測定位置を図10に示す。また、測定結果を表1に示す。なお、図10の斑点模様部は硬化部分を示す。

【0063】

10

【表1】

硬度測定結果

硬度測定位置 (図10)	従来例	本発明例	
	試験体J	試験体1	試験体2
A	780	795	790
B	735	800	805
C	220	260	275
D	210	270	280
残留オーステナイト量(体積%)	7.5	32	27
オーステナイト結晶粒度番号	10.5	12	12

20

【0064】

表1によれば、本発明例の試験体1および2では、表層部AおよびBでは、硬度がHV760～805と非常に高く、また、表層部以外の位置CおよびDではHV260～280となっている。この位置CおよびDにおける硬度は、かしめ加工に適切な硬度である。一方、従来例では、浸炭窒化処理を行わないことを反映して、表層部AおよびBでの硬度がHV735～780と低い側にばらつき、また測定位置CおよびDの硬度もHV210～240と低い。

30

【0065】

次に、上記の試験体1および2に対して外輪回転型疲労寿命試験を行なった。試験体および試験条件を表2および表3に示す。また、疲労試験装置を図11に示す。この疲労試験装置では、試験体30の外側上下から挟むようにローラ35が配置され、ローラ35が試験体30の表層部に外側から密着して外圧を加えながら回転して、試験体30に応力が印加される。

【0066】

【表2】

試験体

	試験体	処理	A点でのオーステナイト結晶粒度番号	残留オーステナイト(体積%)
従来例	試験体J	転走面のみに高周波焼入れ	10.5	7.5
本発明例	試験体1	ヒートパターンH ₁	12	32
	試験体2	ヒートパターンH ₂	12	27

40

【0067】

【表 3】

疲労寿命試験条件

試験機	外輪回転型寿命試験機
試験片	ロッカーアーム軸受組立品
荷重(N)	2200N
外輪回転速度	7000rpm
潤滑	エンジンオイル 10w-30
油温	100℃
寿命	剥離寿命

10

【0068】

上記の試験条件によれば、試験中に表面損傷または内部起点型剥離が発生する。したがって、本試験を実施することにより、表面損傷および内部起点剥離の両方の寿命を確認することができる。この疲労試験の結果を表4に示す。

【0069】

【表 4】

疲労寿命試験結果

	試験体	寿命比(L10)
従来例	試験体 J	1.0
本発明例	試験体 1	3.1
	試験体 2	3.2

20

【0070】

表4によれば、本発明例の試験体1および2は従来例の試験体Jの3倍の長寿命を有する。従来例の試験体Jでは、浸炭窒化処理を行わないことに起因する金属組織（オーステナイト結晶粒度、残留オーステナイト量）のために疲労寿命が短いものと考えられる。

30

【0071】

今回開示された実施の形態および実施例はすべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は上記した説明ではなくて特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

【産業上の利用可能性】

【0072】

本発明の転がり軸受では、超微細なオーステナイト粒、適量の残留オーステナイト量および高硬度からなる表層部と、それ以外の軟質部を有する部材を配置することにより、長寿命と良好なかしめ加工性との両方を確保することができる。上記のような1つの部材における2つのマイクロ組織は、適切な熱処理パターンを施すことにより得ることができる。

40

【図面の簡単な説明】

【0073】

【図1】本発明の実施の形態におけるエンジンのローラ付きカムフォロアを示す図である。

【図2】(a)は図1におけるI I - I I 線に沿う断面図であり、(b)は(a)のE部拡大図であり、かしめ加工固定部を示す図である。

【図3】本発明の別の実施の形態におけるエンジンのローラ付きカムフォロアを示す図である。

【図4】本発明のさらに別の実施の形態におけるエンジンのローラ付きカムフォロアを示

50

す図である。

【図5】図4のエンジンのローラ付きカムフォロアのカムと接触する総ころ軸受の部分の拡大図である。

【図6】本発明の実施の形態における熱処理パターンを説明する図である。

【図7】本発明の実施の形態における別の熱処理パターンを説明する図である。

【図8】実施例における熱処理パターンH1を示す図である。

【図9】実施例における熱処理パターンH2を示す図である。

【図10】試験体における硬度測定位置を示す図である。

【図11】外輪回転の転動疲労試験機を示す図である。

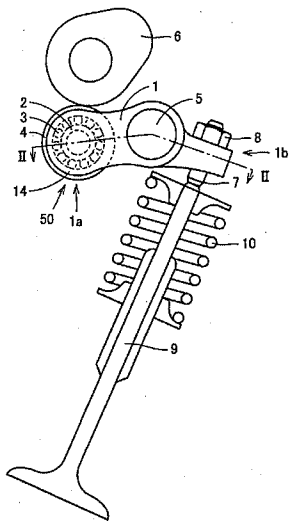
【符号の説明】

10

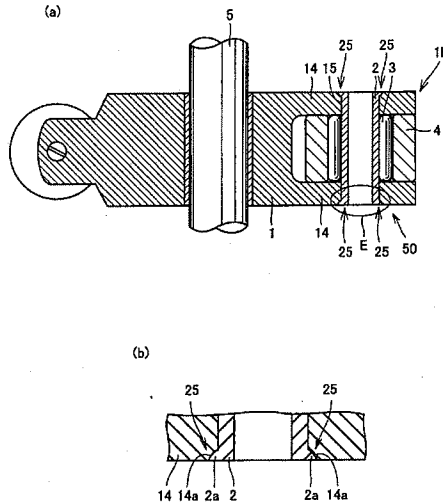
【0074】

1 ロッカーアーム、1a、1b カムフォロア本体の端部、2 ローラ軸（内輪）、2a ローラ軸かしめ加工部、3 ころ（転動体）、4 ローラ（外輪）、5 カムフォロア軸、6 カム、7 アジャストねじ、8 ロックナット、9 バルブ、10 ばね、14 ローラ支持部、14a ローラ支持面取り部、15 ピボット受け部、16 連動棒、16a 軸受取付部、17 取付部材、25 かしめ加工固定部、30 試験体、31 高周波焼入れ部、35 転動試験装置の外輪、50 カムフォロア本体。

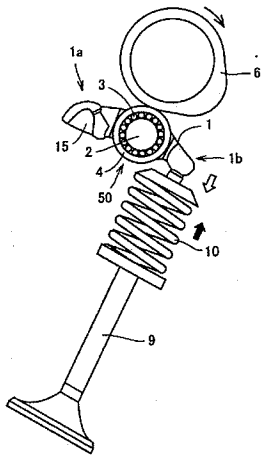
【図1】



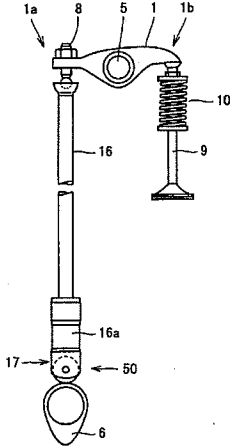
【図2】



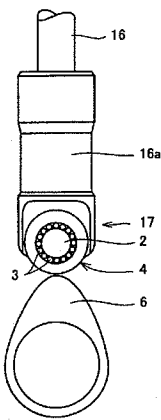
【図 3】



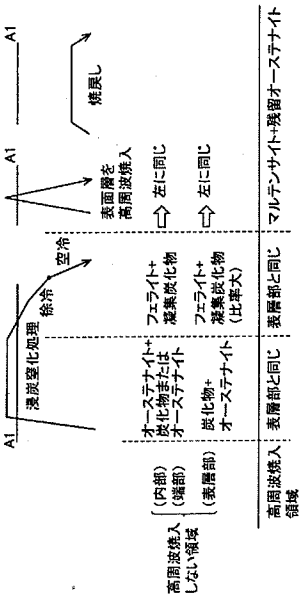
【図 4】



【図 5】



【図 6】



850℃×90min 650℃まで炉冷 800~1000℃
浸炭窒化処理 500℃まで炉冷 水冷 180℃×120min
空冷 空冷

850°C × 90min
濃炭窒化
処理

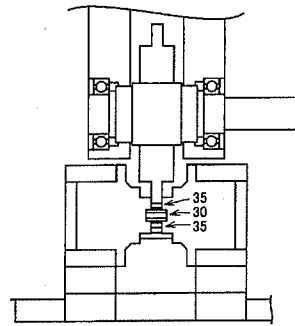
油冷
100°C

700°C × 120min
調質

800~1000°C
水冷

180°C × 120min
空冷

	<p>重合開始と同一 重合終止と同一</p>	<p>重合開始と同一 重合終止と同一</p>
<p>重合開始 重合終止</p>	<p>重合開始 重合終止</p>	<p>重合開始 重合終止</p>
<p>重合開始 重合終止</p>	<p>重合開始 重合終止</p>	<p>重合開始 重合終止</p>



フロントページの続き

(51)Int.Cl.⁷

F I

テーマコード (参考)

F 1 6 H 53/02

F 1 6 C 19/24

F 1 6 H 53/06

F 1 6 C 33/62

F 1 6 H 53/02

B

F 1 6 H 53/06

(74)代理人 100111936

弁理士 渡辺 征一

(72)発明者 市川 健一

静岡県磐田市東貝塚 1 5 7 8 番地 NTN株式会社内

(72)発明者 渡邊 靖之

静岡県磐田市東貝塚 1 5 7 8 番地 NTN株式会社内

F ターム(参考) 3G016 AA02 AA06 AA19 BA18 BB17 BB22 CA21 CA22 CA25 CA31

EA03 EA24 FA19 FA20 FA21 FA29 FA35 FA37 GA02

3J030 EA01 EA22 EB05 EB07 EB09 EC04 EC07

3J101 AA13 AA14 AA52 AA62 BA53 BA54 BA55 DA02 DA03 FA31

FA44 GA21